

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

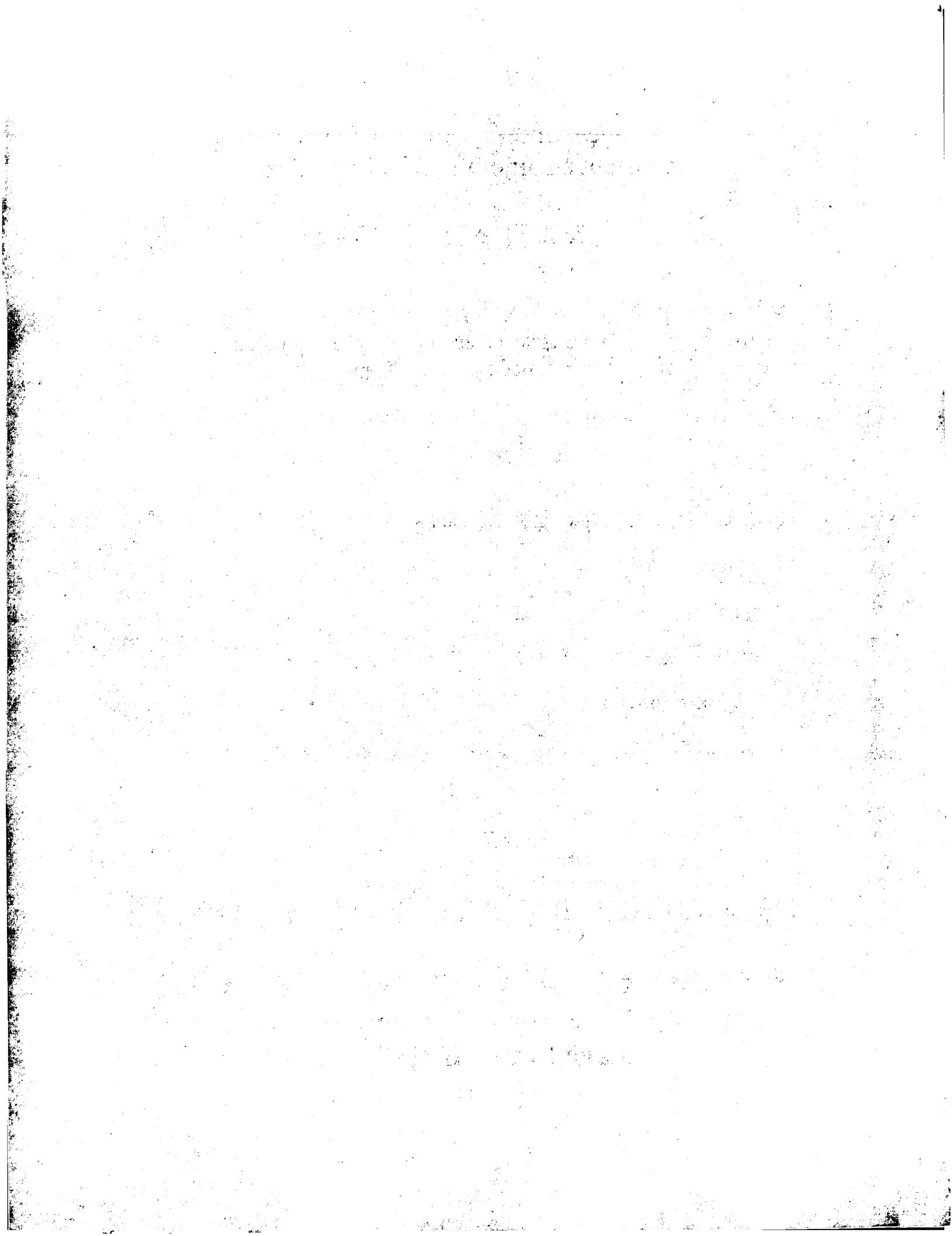
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑯ Anmelder:

Droste, Werner, Prof. Dr.-Ing., 2100 Hamburg, DE

⑯ Erfinder:

gleich Anmelder

⑯ Anordnung zur Versorgung von Verbrauchern oder Verbrauchergruppen mit annähernd konstanter Frequenz aus einem Schiffsboardnetz mit variabler Frequenz

Zur ökonomischen Versorgung der elektrischen Bordnetze von Schiffen werden Synchronwellengeneratoren eingesetzt, die über Getriebe mit fester Übersetzung von der Propellerwelle angetrieben werden. Bei verkleinerter Schiffs geschwindigkeit ist die Drehzahl der Propellerwelle kleiner als die Nenndrehzahl, folglich ist auch die Frequenz des Bordnetzes kleiner als die Nennfrequenz. Ein großer Teil der an das Bordnetz angeschlossenen Verbraucher ist gegen diese Frequenzsenkung unempfindlich, wenn die Netzspannung proportional zur Frequenz gesenkt wird. Ein kleiner Teil der Verbraucher ist jedoch auf annähernd konstante Frequenz und Spannung angewiesen. Zur Versorgung eines Teilnetzes, an welches diese Verbraucher angeschlossen sind, wird ein Konverter vorgeschlagen, der im wesentlichen aus einer rotierenden Drehfeldmaschine besteht. Die Drehfeldwicklung des Stators (oder des Rotors) wird an das Netz mit variabler Frequenz und Spannung angeschlossen und die Drehfeldwicklung des Rotors (oder des Stators) versorgt das Teilnetz mit annähernd konstanter Frequenz und Spannung. Der Rotor wird mittels eines Hilfsantriebsmotors mit einer solchen Drehzahl gedreht, daß die Summe aus der Drehfrequenz des aus dem Netz variabler Frequenz speisten Drehfelds und der Frequenz der Rotordrehung annähernd konstant ist.

DE 3443428 A1

DE 3443428 A1

Patentansprüche

5

## Patentanspruch 1:

Anordnung zur Versorgung von Verbrauchern oder Verbrauchergruppen mit annähernd konstanter Frequenz aus einem Schiffsboardnetz mit variabler Frequenz und frequenzproportionaler Spannung dadurch gekennzeichnet, daß als Konverter eine Drehfeldmaschine vorgesehen ist, die im Stator und Rotor je eine Drehfeldwicklung hat, wobei eine Drehfeldwicklung an das Netz mit variabler Frequenz angeschlossen ist und die andere Drehfeldwicklung an das Netz mit konstanter Frequenz angeschlossen ist und der Rotor der Drehfeldmaschine durch einen Hilfsantriebsmotor gedreht wird in der Weise, daß die Summe aus der Drehfrequenz des aus dem Netz variabler Frequenz gespeisten Drehfeldes und der Frequenz der Rotor-drehung konstant ist.

20

## Patentanspruch 2:

Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an der Drehfeldwicklung, die das Netz mit konstanter Frequenz speist, ein Phasenschieberkondensator angeschlossen ist, der so dimensioniert ist, daß er mindestens die für die Magnetisierung des Luftspaltes erforderliche induktive Blindleistung kompensiert.

## Patentanspruch 3:

30

Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Hilfsantriebsmotor ein polumschaltbarer Asynchronmotor verwendet wird, der über ein Getriebe oder einen Riemenantrieb mit dem Rotor der Drehfeldmaschine gekuppelt ist und daß eine mechanische Bremse mit dem Hilfsantriebsmotor gekuppelt ist.

Anordnung zur Versorgung von Verbrauchern oder Verbrauchergruppen mit annähernd konstanter Frequenz aus einem Schiffsboardnetz mit variabler 5 Frequenz.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist es empfehlenswert, das Boardnetz eines Schiffes durch einen Wellengenerator zu versorgen. Der Wellengenerator 10 wird von der Hauptmaschine angetrieben, seine Energie wird infolgedessen durch billigeren Treibstoff erzeugt und der Aufwand für Wartungsarbeiten und Reparaturen wird reduziert, da außer der Hauptmaschine des Schiffes keine weiteren Dieselmotoren in Betrieb sein müssen.

15 Die Boardnetze von Schiffen sind Drehstromnetze, die Frequenz und die Spannung dieser Netze wird innerhalb vorgegebener Grenzen konstant gehalten. Ein Synchrongenerator erzeugt Drehstrom, dessen Frequenz proportional der Drehzahl ist, die Spannung des Generators wird durch den Spannungsregler konstant gehalten. In einer Wellengeneratoranlage muß 20 infolgedessen bei variabler Drehzahl des Generatorantriebs eine Energiewandlung erfolgen, um die Netzfrequenz konstant zu halten. Hierfür sind Anlagen mit Umrichtern bekannt, bei denen die gesamte vom Wellengenerator abgegebene elektrische Energie in einen Gleichstromzwischenkreis gespeist wird und die Versorgung des Boardnetzes über Stromrichter aus 25 diesem Zwischenkreis erfolgt. Ferner werden mechanische Wellengeneratorantriebe eingesetzt, bei denen die Eingangsdrehzahl proportional zur variablen Propellerdrehzahl ist und die Ausgangsdrehzahl konstant gehalten wird. Bei diesen Überlagerungsgetrieben wird durch einen zusätzlichen Antrieb Energie in das Getriebe eingespeist, die Drehzahl 30 dieses zusätzlichen Antriebes ist dabei proportional der Abweichung der Propellerdrehzahl gegenüber einer Bezugsdrehzahl, die im allgemeinen in der Mitte des zulässigen Drehzahlbereiches liegt.

-/-

Auf Schiffen mit Verstellpropellern kann ein anderer Weg beschritten  
5 werden, da es möglich ist, die Antriebsanlage mit konstanter Drehzahl  
zu betreiben und die erforderliche Leistungsabgabe an den Propeller  
durch die Propellersteigung einzustellen. Bei diesen Schiffen kann als  
Wellengenerator eine normale Synchronmaschine benutzt werden, die über  
ein Getriebe an die Propellerwelle angekuppelt ist.

10

Im allgemeinen werden die Antriebsanlagen von Schiffen nicht mit voller  
Leistung betrieben, d. h. Festpropelleranlagen laufen während eines  
großen Teiles ihrer Betriebszeit mit verkleinerter Drehzahl und Ver-  
stellpropelleranlagen mit verkleinerter Steigung. Bei Verstellpropeller-  
15 anlagen kann man in diesem Betriebszustand eine merkliche Verbesserung  
des Wirkungsgrades erreichen, wenn man bei Teillast die Drehzahl des  
Propellers senkt und die Steigung entsprechend vergrößert. Diese Be-  
triebsart ist als Kombinatorbetrieb bekannt.

20 Benutzt man Synchronmaschinen als Wellengenerator, dann sinkt die Fre-  
quenz bei Teillast proportional zur Drehzahl der Hauptmaschine etwa  
mit der dritten Wurzel aus der Leistung, d. h. bei 60 % Leistungsabgabe  
der Hauptmaschine ist die Drehzahl des Propellers ca. 85 % der Nenn-  
drehzahl. Bei Verstellpropelleranlagen mit Kombinatorbetrieb wird die  
25 Drehzahl so eingestellt, daß der günstigste Wirkungsgrad des Propellers  
erreicht wird, hier ist etwa bei 60 % Leistung eine Drehzahl von 90 %  
zu erwarten. Die Bordnetzfrequenz wird also bei einer derartigen An-  
lagenkonfiguration zwischen 85 % und 100 % schwanken, eine Betriebs-  
weise, die als "Gleitfrequenzbetrieb" bezeichnet wird.

30

- 7 -

Die Senkung der Bordnetzfrequenz bei Teillast der Hauptmaschine hat

5 zur Folge, daß alle Asynchronmotoren und damit alle Antriebe von Hilfsmaschinen ihre Drehzahl proportional zur Frequenz verkleinern. Die Leistungsverkleinerung der Hauptmaschine hat zur Folge, daß auch für die Hilfsbetriebe der Hauptmaschine kleinere Leistungen erforderlich sind. Insbesondere die Pumpen der Kühlkreisläufe, des Brennstoff-  
10 und Schmierölsystems und die Maschinenraumlüfter können mit kleiner Drehzahl betrieben werden, wenn trotz der Absenkung der Drehzahlen die vorgegebenen Temperaturgrenzen und Druckgrenzen durch Temperatur- und Druckregler eingehalten werden.

15 Andere größere Verbraucher elektrischer Energie im Seebetrieb sind Klimaanlagen, Ladungskühlungen und Laderaumbelüftung. Diese Anlagen laufen während des größten Teils ihrer Betriebsdauer mit Teillast, da ihre Auslegung entsprechend den Anforderungen beim Niederkühlen der Ladung und bei den ungünstigsten Klimabedingungen erfolgen muß. Das  
20 Bordnetz kann also auch im Hinblick auf diese Verbraucher während des größten Teiles der Reise mit abgesenkter Frequenz betrieben werden. Die Kühlraumtemperaturen und der Luftwechsel in den Laderäumen wird durch die zugehörigen Regelungen und Steuerungen konstant gehalten.

25 Der Gleitfrequenzbetrieb ist auch für alle anderen Hilfsmaschinenantriebe im Seebetrieb möglich. Die Durchsatzleistung der Separatoren ist zwar bei verkleinerter Drehzahl geringer, aber der Treibstoffverbrauch ist ebenfalls kleiner. Die hydraulischen Antriebe für die  
30 Rudermaschine werden bei Teillast der Hauptmaschine mit kleinerer Drehzahl laufen, aber das erforderliche Ruderdrrehmoment wird nicht verkleinert.

Die Hilfsmaschinen, die für den Betrieb des Schiffes erforderlich sind, sowie die Ladungskühlanlage und die Klimaanlagen für die Wohnräume können also während des weitaus größten Teiles der Seezeit durch einen Synchronwellengenerator versorgt werden. In den elektrischen Anlagenteilen setzt der Betrieb mit variabler Frequenz variable Spannung voraus, da in allen elektrischen Maschinen und Apparaten der Quotient aus Spannung und Frequenz konstant sein muß, um die magnetischen Flüsse auf dem Nennwert zu halten. Damit sind alle Generatoren, Motoren, Transformatoren und Magnetspulen von Schützen und Relais unabhängig von Frequenzänderungen bezüglich ihrer Ströme und ihrer Flüsse im Nennbetriebszustand und die mechanischen Kräfte bzw. die Drehmomente und die auftretenden Verluste entsprechen den Zuständen bei Nennfrequenz.

Es sind an Bord eines Schiffes jedoch auch Frequenz- und spannungsabhängige Verbraucher vorhanden. Metallfadenlampen sind frequenzunabhängig, sie ändern ihren Lichtstrom jedoch sehr stark mit der Spannung, so daß sie auf annähernd konstante Spannung angewiesen sind. Im Wohnbereich ist daher eine Versorgung mit konstanter Spannung wünschenswert, auch weil hier eine Vielzahl von Geräten angeschlossen sein kann, deren Funktion bei dauernd abgesenkter Spannung und Frequenz nicht beurteilt werden kann.

Die Anlagen im Brückengang sind ebenfalls auf annähernd konstante Spannung und Frequenz angewiesen, da hier nautisch wichtige Signalanlagen angeschlossen sind, deren Lichtstärke spannungsabhängig ist. Für die nautischen Geräte im Brückengang und für die Funkanlage wird eine Vielzahl unterschiedlicher Gerätetypen eingesetzt. Wegen der Garantieabgrenzungen und der Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften ist es erforderlich, Spannung und Frequenz annähernd konstant zu halten.

Das Bild 1 zeigt eine Zusammenstellung der im Seebetrieb eingeschalteten Verbrauchergruppen, wobei eine Gruppierung im Hinblick auf Frequenz- und Spannungsabhängigkeit durchgeführt wurde. Es ist ein Energieversorgungsnetz vorgesehen, daß von einem Synchronwellengenerator 1.1 gespeist wird und dessen Frequenz und Spannung unabhängig vom Betriebszustand zwischen 80 % und 100 % der Nennwerte liegt. Die Spannung ist dabei proportional der Frequenz.

Ein Teil der Verbraucher ist über einen Frequenz- und Spannungskonverter 1.2 angeschlossen, der dafür sorgt, daß die Frequenz zwischen 95 % und 105 % gehalten wird, wobei auch hier Spannung und Frequenz proportional ist. Mit einem derartigen Bordnetz kann während des größten Teils der Betriebszeit auf See der Wellengenerator zur Energieerzeugung benutzt werden.

Der Konverter für die Versorgung des Netzteiles mit annähernd konstanter Frequenz hat verhältnismäßig kleine Leistung. Er versorgt diejenigen Verbraucher, die üblicherweise aus dem Bordnetz über Transformatoren mit 220 V Drehstrom versorgt werden. Die betriebsmäßigen Anforderungen an diesen Konverter betreffen im wesentlichen die Betriebssicherheit, die Sicherstellung der Selektivität im angeschlossenen Netz und eine möglichst einfache Steuerung und Regelung.

Gegenstand der Erfindung ist ein geeigneter Konverter, der aus dem allgemeinen Bordnetz mit Gleitfrequenz und frequenzproportionaler Spannung die Energie für die Versorgung des Teilnetzes mit annähernd konstanter Frequenz und konstanter Spannung entnimmt.

Es sind Anordnungen von elektrischen Maschinen und Bauteilen der

5 Leistungselektronik oder Kombination von Maschinen und Stromrichtern bekannt, mit denen die gestellte Aufgabe gelöst werden kann.

Beispielsweise kann das Teilnetz durch einen Generator gespeist werden, der durch eine Leonardschaltung mittels zweier Gleichstrommaschinen mit konstanter Drehzahl angetrieben wird. Hier sind drei elektrische Maschinen erforderlich, von denen jede eine Nennleistung haben muß, die größer als der maximale Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante Frequenz ist. Es ist ein Frequenzregler und ein Spannungsregler erforderlich.

15

Elektrische Schaltungen mit Bauteilen der Leistungselektronik zur Frequenzwandlung sind bekannt. Die Dimensionierung der Bauteile muß für vorliegenden Anwendungszweck so erfolgen, daß nicht nur der maximale Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante Spannung dauernd gedeckt werden kann, sondern daß auch im Falle eines Kurzschlusses im angeschlossenen Teilnetz genügend große Ströme fließen können, um die selektive Auslösung von Sicherungen oder Schutzschaltungen sicherzustellen. Es ist ein Frequenzregler und ein Spannungsregler erforderlich.

25

Es sind ferner Kombinationen aus netzgeführten Thyrister-Stromrichtern mit Synchronmaschinen bekannt, mit denen ein Bordnetz konstanter Spannung und Frequenz über einen Gleichstromzwischenkreis aus einem Synchronwellengenerator versorgt werden kann (DBP. 1281027). Diese technische Lösung kann auch für die Versorgung eines Teilnetzes herangezogen werden.

- 7 -

Der Aufwand ist jedoch auch hier erheblich, da nicht nur die Stromrichter für den maximalen Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante Frequenz ausgelegt werden müssen, sondern auch die zugehörigen Phasenschiebermaschine die Summe aus Blindleistungsbedarf des Teilnetzes und Blindleistungsbedarf des vom Teilnetz geführten Stromrichters decken muß. Alle Schutz- und Regeleinrichtungen einer Wellengeneratoranlage zur Versorgung eines Bordnetzes sind erforderlich.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß als Konverter eine Drehfeldmaschine vorgesehen ist, die im Stator und Rotor je eine Drehfeldwicklung hat, wobei eine Drehfeldwicklung an das Netz mit variabler Frequenz angeschlossen ist und die andere Drehfeldwicklung an das Netz mit konstanter Frequenz angeschlossen ist und der Rotor der Drehfeldmaschine durch einen mechanischen Antrieb gedreht wird in der Weise, daß die Summe aus der Drehfrequenz des aus dem Netz variabler Frequenz gespeisten Drehfeldes und der Frequenz der Rotordrehung konstant ist.

Die vorliegende Aufgabe kann mit Hilfe eines Drehtransformatoren gelöst werden. Drehtransformatoren werden in Landanlagen als Spartransformatoren zur Spannungseinstellung benutzt; für den Einsatz als Frequenz- und Spannungskonverter müssen sie als Durchgangstransformatoren geschaltet werden und der Rotor muß durch einen Hilfsantrieb mit einer Drehzahl gedreht werden, die der Differenz zwischen Bordnetzfrequenz und Sollfrequenz entspricht. Es empfiehlt sich, als Drehtransformator einen Schleifringläuferasynchronmotor zu benutzen, dessen Nennleistung gleich der Leistung des Netzes für annähernd konstante Frequenz ist. Derartige Maschinen sind preisgünstig, betriebssicher und für den Borteinsatz geeignet.

Die Frequenzwandlung ist nur in einem kleinen Bereich erforderlich, da die Frequenz des allgemeinen Bordnetzes zwischen 80 % und 105 % der Nennfrequenz liegt. Die Frequenz des Netzes mit annähernd konstanter Frequenz muß entsprechend den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften zwischen 95 % und 105 % liegen (dauernde Abweichungen). Vorübergehend sind größere Abweichungen zugelassen.

10

Ein Schleifringläufermotor, dessen Rotor- und Statorwicklungen an zwei verschiedene Netze angeschlossen sind, kann als allgemeine Drehfeldmaschine aufgefaßt werden. Die Leistungsaufteilung zwischen der zugeführten elektrischen Leistung und der an der Welle zugeführten mechanischen Leistung hängt nur vom Frequenzverhältnis zwischen den beiden Wicklungen ab. Das Drehmoment an der Welle ist bei konstanter Ausgangsfrequenz proportional zur Ausgangsleistung:

$$n_{Rt} = \frac{f_N - f_{WG}}{Z_p}$$

20

$$P_{HA} = P_N \frac{f_N - f_{WG}}{f_N}$$

$$M_{Rt} = P_N \frac{Z_p}{2\pi \cdot f_N}$$

$Z_p$  ist die Polpaarzahl der Drehfeldmaschine

Indices:

30 N : Ausgangsseite (Netz mit annähernd konstanter Frequenz)  
 WG : Eingangsseite (Netz mit Gleitfrequenz)  
 HA : Hilfsantrieb  
 Rt : Rotor der Drehfeldmaschine

~~10~~  
~~-H-~~

Die Polpaarzahl der Drehfeldmaschine hat keinen Einfluß auf die Funktion,  
5 wohl aber auf Größe und Preis der Maschine. Es empfiehlt sich, zweipolige  
oder vierpolige Maschinen zu wählen, je nachdem welche Ausführung billiger ist.

Die von dem Netz mit Gleitfrequenz gespeiste Wicklung muß so konstruiert  
10 sein, daß der Strombelag am Umfang des Luftpaltes möglichst sinus-  
förmig verteilt ist, d. h. daß möglichst keine Durchflutungsüberwellen  
vorhanden sind. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, treten im Netz mit  
annähernd konstanter Frequenz keine Modulationen oder Schwebungen mit  
der Drehfrequenz des Rotors auf.

15

Der grundsätzliche Aufbau eines derartigen Konverters ist in Bild 2  
gezeigt. Die Drehfeldmaschine (2.1) hat je eine Drehstromwicklung im  
Stator (2.2) und im Rotor (2.3). Hier ist die Rotorwicklung an das  
Bordnetz mit Gleitfrequenz (2.4) angeschlossen, das hat den Vorteil,  
20 daß die Statorwicklung bei Bedarf zur Erdung des Sternpunktes des  
Teilnetzes mit annähernd konstanter Frequenz (2.5) herangezogen werden  
kann. Es ist genau so wie bei Transformatoren möglich, eine Anpassung  
der Ausgangsspannung mittels Anzapfungen der Wicklung oder einen nach-  
geschalteten Spartransformator durchzuführen. Diese Spannungsanpassung  
25 soll aber nur einmal, bei Inbetriebnahme, erforderlich sein, falls es  
die Netzverhältnisse erfordern.

30

35

Der Rotor der Drehfeldmaschine wird vom Bordnetz mit Gleitfrequenz mit variabler Frequenz gespeist. Da die Spannung dieses Netzes proportional der Frequenz ist, wird im Rotor bei jedem Betriebszustand der Nennfluß induziert. Wird der Rotor zusätzlich mechanisch gedreht, so tritt im Stator ein Fluß auf, dessen Drehzahl gleich der Summe aus der Drehfrequenz des Rotors und der Frequenz des Bordnetzes mit Gleitfrequenz ist. Die Statorfrequenz und die Statorspannung kann daher konstant gehalten werden, wenn die Rotordrehzahl entsprechend eingestellt wird. Da die Frequenz im Bordnetz mit Gleitfrequenz nur kleiner als die Nennfrequenz ist, wird durch den Rotorantrieb immer mechanische Leistung zugeführt. Beispielsweise wird bei einer Bordnetzfrequenz von 85 % dem 15 Konverter über den Rotor 85 % der abgegebenen Leistung aus dem Bordnetz zugeführt und 15 % der abgegebenen Leistung werden mechanisch über die Welle zugeführt. Der Hilfsantriebsmotor (2.6) ist über ein Getriebe (2.7) an den Rotor angekuppelt und er wird aus dem Bordnetz mit Gleitfrequenz versorgt. Bei der verhältnismäßig kleinen Leistung des Hilfsantriebs- 20 motors kann als Getriebe ohne weiteres ein Riementrieb benutzt werden.

Die erfindungsgemäße Anordnung hat den Vorteil, daß als Konverter nur eine elektrische Maschine benutzt wird, deren Nennleistung gleich dem maximalen Leistungsbedarf des Teilnetzes für annähernd konstante Frequenz ist. Der Hilfsmotor für den Rotorantrieb hat nur eine Leistung von ca. 20 % des maximalen Leistungsbedarfs des Teilnetzes. Ferner ist keine Spannungsregelung erforderlich.

18  
- 11 -

Bei Betrieb des Konverters tritt durch die Streublindwiderstände von

5 Statorwicklung und Rotorwicklung ein belastungsabhängiger Spannungsfall auf, der bei normaler Ausnutzung der Wicklungen größer ist als bei leistungsgleichen Transformatoren. Eine Verbesserung der Verhältnisse ist durch einen Phasenschieberkondensator (2.8) auf der Ausgangsseite möglich. Gleichzeitig kann durch den Kondensator kapazitive

10 Blindleistung abgegeben werden, die für die Magnetisierung des Luftspaltes erforderliche induktive Blindleistung kompensiert, und einen Teil der Blindleistung des Teilnetzes mit annähernd konstanter Frequenz deckt.

15 In der Anordnung nach Bild 2 wird der Rotorwicklung elektrische Leistung zugeführt. Es ist natürlich auch möglich, Rotor- und Statorwicklungen zu vertauschen, so daß die elektrische Leistung aus dem Netz mit Gleitfrequenz der Statorwicklung zugeführt wird und das Netz mit annähernd konstanter Frequenz aus der Rotorwicklung zu speisen.

20 Es besteht die Möglichkeit durch den beschriebenen Konverter die Frequenz der angeschlossenen Verbraucher konstant zu halten, auch wenn die Frequenz des allgemeinen Bordnetzes aufgrund des Betriebszustandes der Propelleranlage vom Nennwert abweicht und wenn Frequenzschwankungen

25 durch Seegangseinfluß auftreten. Der Hilfsantriebsmotor muß dann in seiner Drehzahl kontinuierlich verstellbar sein, es kommt hier z. B. ein Leonhardantrieb in Frage oder ein stromrichtergespeister Gleichstrommotor. Auch ein hydraulischer Antrieb oder ein Antrieb über Getriebe mit verstellbarer Übersetzung ist möglich. Die Erfahrung zeigt

30 jedoch, daß die Frequenzschwankungen durch Seegangseinfluß nicht stören. Es genügt daher, für den erfindungsgemäßen Zweck die mittlere Frequenzabweichung des Bordnetzes auszugleichen.

Es wird vorgeschlagen, einen polumschaltbaren Asynchronmotor als Hilfsantriebsmotor zu benutzen. Für den Betrieb des Bordnetzes mit Gleitfrequenz annähernd bei Nennfrequenz wird der Hilfsantriebsmotor abgeschaltet und eine mechanische Bremse (2.9) eingelegt.

Bei geeigneter Auslegung der Polzahlen und des Getriebes zwischen Rotor der Drehfeldmaschine und Hilfsantriebsmotor kann man mit zwei Polpaarzahlen im Verhältnis 1 : 2 die Frequenz am Ausgang des Konverters in einem Bereich von  $\pm 5\%$  halten, wenn die Frequenz des allgemeinen Bordnetzes zwischen 80 % und 105 % schwankt. Bild 3 zeigt den Zusammenhang zwischen der Frequenz im allgemeinen Bordnetz und der Frequenz im Ausgang des Konverters.

Damit bei Frequenzschwankungen durch Seegangseinfluß kein ständiges Umschalten des Hilfsantriebsmotors erfolgt, ist eine genügende Hysterese und eine zeitabhängige Steuerung erforderlich. Bild 4 zeigt einen Ausschnitt aus Bild 3, in dem die erforderliche Hysterese der Umschaltpunkte erkennbar ist.

Reicht der mit Polzahlen des Hilfsantriebsmotors erreichbare Frequenzbereich nicht aus, so wird ein dreifach polumschaltbarer Asynchronmotor als Hilfsantrieb eingesetzt. Die Abstufung der Polzahlen und das erforderliche Getriebeübersetzungsverhältnis ist nach folgender Gleichung zu bestimmen:

$$f_N = f_{WG} (1 + U \ k)$$

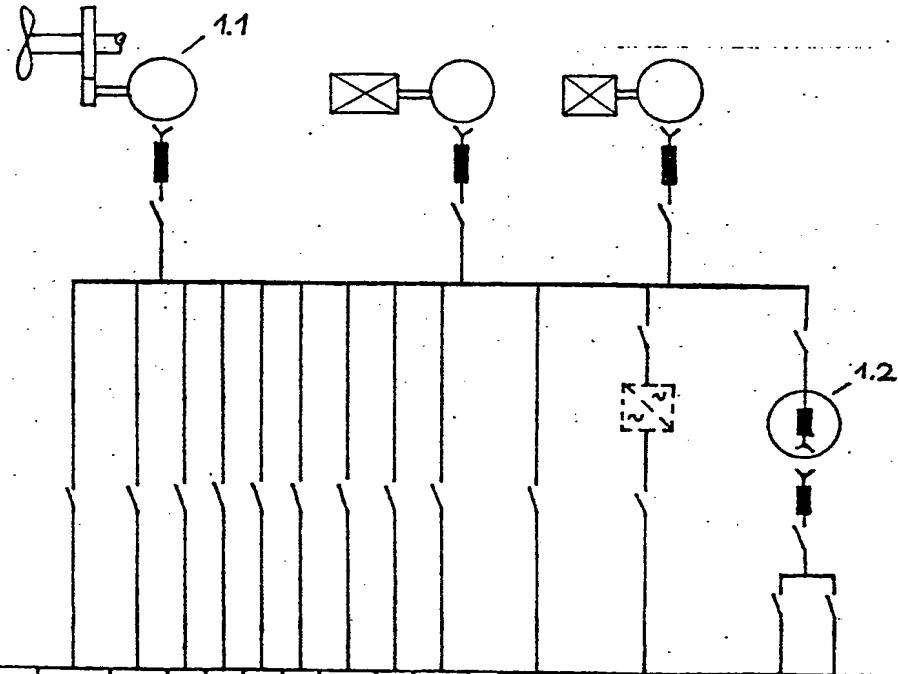
dabei bedeutet:

U : Getriebeübersetzungsverhältnis

k = 0 : Bremse eingelegt

$35 \ k = \frac{Z_P}{Z_{PHA}}$  : Hilfsantriebsmotor mit der Polpaarzahl  $Z_{PHA}$  eingeschaltet

- 14 -  
- Leerseite -



| Verbrauchergruppen          | Pumpentriebe in Kühlkreisen des Hauptantriebsbereichs mit Druckhalteventilen | Pumpen und Hilfsantriebe im Maschinenraum | Ruderantriebenantriebe                         | Deckseasmachinenantriebe | Lederumlüfter | Deck- und Laderaumbelüftung | Automationsanlagen am Batteriege-stützten 24 V-Netz | Klasseanlage Wohnbereich | Wärmewärmesatzverbraucher Wohnbereich | Leidungskühlungslage | Separatorenantriebe | Energieversorgung nautische Anlagen | Energieversorgung Wohnbetrieb |
|-----------------------------|--|---|--|--------------------------|---------------|-----------------------------|---|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| empfohlener Frequenzbereich | Statisch (durch Drehzahlregelung der Hauptmaschine)                          | 1.03 < f < 0.8                            | dynamisch (durch Überlagerung Seegangseinfluß) | 1.05 < f < 0.75          |               |                             |   |                          |                                       |                      |                     | 1.03 < f < 0.95                     | 1.05 < f < 0.9                |
| Sonderbedingungen           | Regelung oder Steuerung der Druckhalteventile                                |   |  |                          |               |                             |   |                          |                                       |                      |                     |                                     |                               |

Bild 1

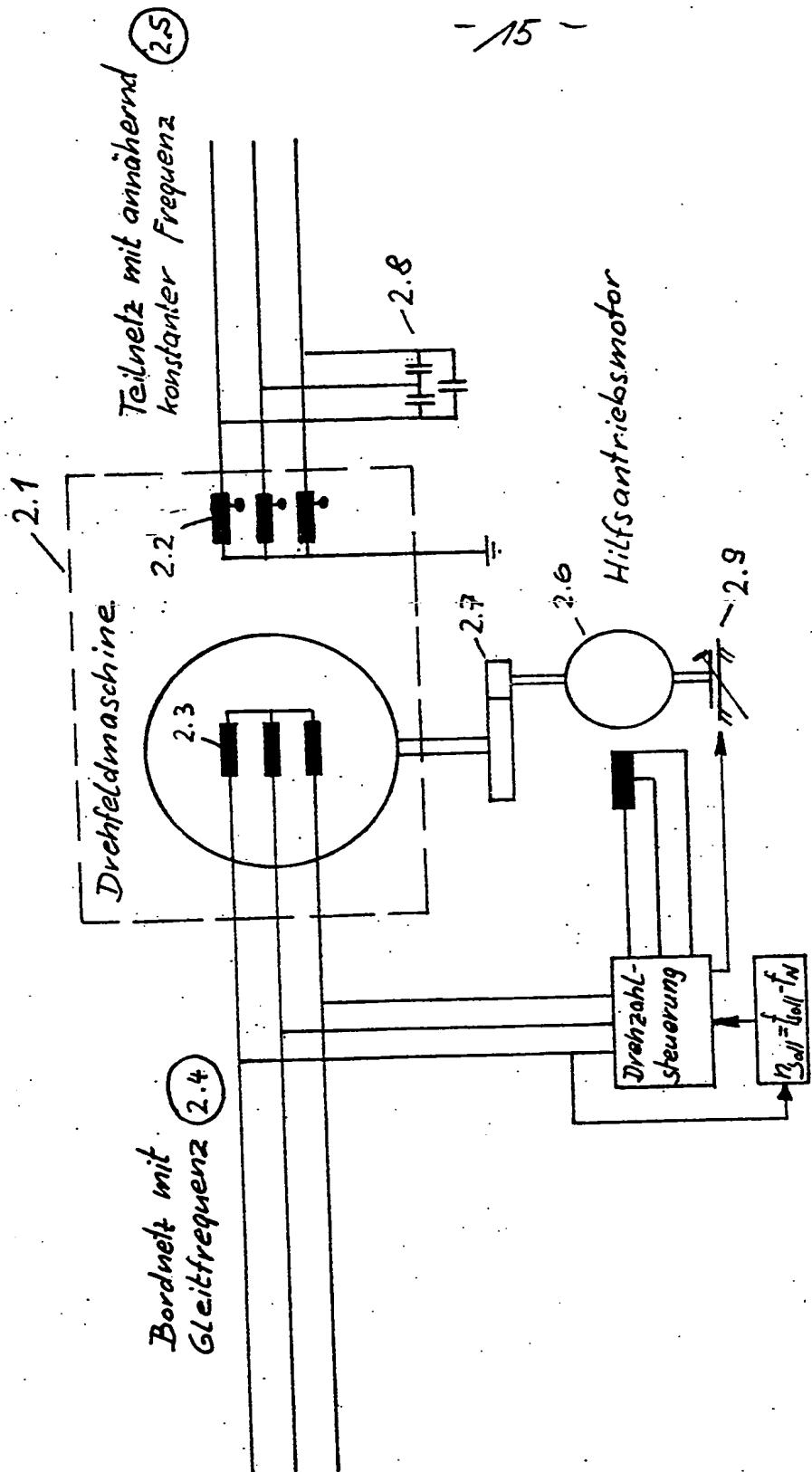


Bild 2

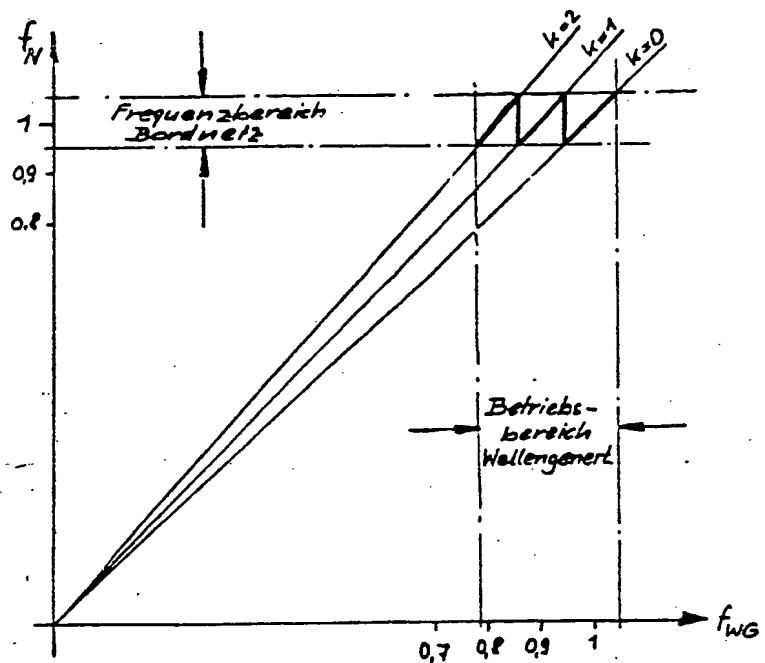


Bild 3

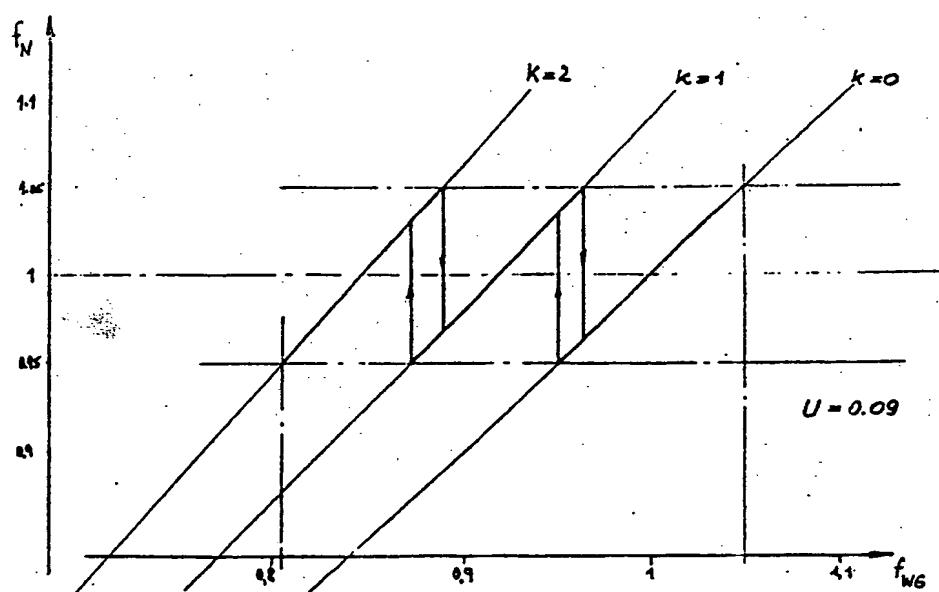


Bild 4